

KARAKTERISTIK SEDIAAN GARAM *Ulva lactuca* DARI PERAIRAN SEKOTONG NUSA TENGGARA BARAT BAGI PASIEN HIPERTENSI

Nurjanah*, Asadatun Abdullah, Chairun Nufus

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Institut Petanian Bogor Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat, Telepon (0251) 8622909-8622906, Faks. (0251) 8622915

*Korespondensi: inun_thp10@yahoo.com

Diterima: 16 Februari 2018/ Disetujui: 6 April 2018

Cara sitasi: Nurjanah, Abdullah A, Nufus C. 2018 Karakteristik sediaan garam *Ulva lactuca* dari perairan sekotong Nusa Tenggara Barat bagi pasien hipertensi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 109-117.

Abstrak

Rumput laut hijau menghasilkan berbagai senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan dalam bidang industri farmaseutika, biomedika dan nutrasetika. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik dan aktivitas antioksidan garam rumput laut hijau sebagai sediaan garam bagi pasien hipertensi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan perbedaan suhu (40,55 dan 70°C) dan waktu (10 dan 30 menit) pembuatan garam dengan ulangan sebanyak 3 kali. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah: aktivitas antioksidan dengan metode FRAP dan CUPRAC, kandungan mineral, kadar NaCl, rendemen dan residu logam berat. Hasil penelitian menunjukkan interaksi antara waktu dan suhu tidak memberikan pengaruh nyata pada taraf ($p < 0,05$) terhadap rendemen garam rumput laut, namun berpengaruh nyata pada rasio Na:K dan kadar NaCl. Residu logam berat pada bahan baku dapat diturunkan lebih dari 95%. Aktivitas antioksidan garam rumput laut dengan metode FRAP 122,50-130,69 μmol trolox/g dan CUPRAC 20,12-26,09 μmol trolox/g. Garam rumput laut terbaik sebagai sediaan garam antihipertensi adalah perlakuan suhu 40°C waktu 10 menit dengan rasio Na:K 2,95.

Kata kunci: antioksidan, hipertensi, logam berat, mineral, rumput laut hijau

*Characteristics of *Ulva lactuca* from Sekotong West Nusa Tenggara as seaweed salt preparation for hypertensive patients*

Abstract

Green seaweed produces variety of bioactive compounds that can be utilized in the field of industrial pharmaceuticals, biomedicine and nutraceuticals. This study was aimed to determine the characteristics and antioxidant activity of green seaweed salt specifically for hypertensive patient's salt. The experimental design was complete randomized design (RAL) with temperature difference treatment (40, 55 and 70°C) and salt making time (10 and 30 min) with 3 times replication. The study consisted of analysis of antioxidant activity with FRAP and CUPRAC method, mineral content, NaCl content, yield and heavy metal residue. The results showed that the interaction between time and temperature did not give a significant effect on the ($p < 0.05$) level on the salt content of seaweed, however, the effect was significantly on Na:K and NaCl. Heavy metal residues on raw materials can be lowered by more than 95%. Antioxidant activity of seaweed salt by FRAP method 122,50-130,69 μmol trolox/g and CUPRAC 20,12-26,09 μmol trolox/g. The best treatment for an antihypertensive salt production is a treatment of 40°C 10 min with Na: K ratio of 2.95.

Keywords: green seaweed, heavy metals, hypertension, minerals

PENDAHULUAN

Rumput laut telah digunakan sebagai makanan di banyak negara Asia termasuk Indonesia, Malaysia, Filipina, Singapura, Vietnam dan Taiwan (Nguyen *et al.* 2011; Nagappan dan Vairappan 2014) serta di

sebagian negara Pasifik (Paul *et al.* 2013; Morris *et al.* 2014). Rumput laut yang menjadi konsumsi rutin masyarakat contohnya dari kelas Chlorophyta (*Caulerpa racemosa*, *Caulerpa lentillifera*, *Ulva lactuca*) dan Rhodophyta (*Eucheuma cottonii*, *Eucheuma*

spinosum, *Gracilaria gigas* dan *Gelidium*).

Pemerintah menjadikan rumput laut sebagai salah satu dari empat komoditi industrialisasi utama perikanan selain udang, kepiting dan tuna. Volume dan nilai ekspor rumput laut menduduki urutan kedua komoditas hasil perikanan budidaya setelah udang. Produksi rumput laut pada tahun 2011 yaitu 5,1 juta ton dan mengalami peningkatan pada tahun 2013 mencapai 9,31 juta ton, pada tahun 2016 menjadi 11,69 juta ton, namun pada tahun 2017 mengalami penurunan menjadi 8,2 juta ton (KKP 2017).

Nusa Tenggara Barat sebagai provinsi pemasok rumput laut merah tertinggi setelah Sulawesi dengan total produksi 28,1% dari total produksi rumput laut nasional dan terus mengalami peningkatan pada setiap tahunnya (KKP 2014; 2017). Rumput laut merah telah banyak digunakan baik pada industri pangan maupun non pangan. Pemanfaatan rumput laut merah pada industri pangan dalam bentuk pangan olahan berupa manisan rumput laut, dodol rumput laut, kopi rumput laut serta olahan lainnya.

Rumput laut hijau mempunyai kelimpahan yang sangat tinggi, terutama jenis *Ulva* sp. namun pemanfaatan *Ulva* sp. masih terbatas sebagai pakan bagi abalon. Pangan olahan dari rumput laut hijau saat ini masih terbatas berupa produk nori, peyek *Ulva* dan kripik *Ulva*. Rumput laut hijau menghasilkan berbagai senyawa bioaktif (Nurjanah 2016; Perez *et al.* 2016, Nufus *et al.* 2017). Potensi senyawa bioaktif rumput laut hijau telah dikaji dalam beberapa penelitian di antaranya adalah rumput laut hijau sebagai antibakteri (Devi *et al.* 2009; Osman *et al.* 2013, Basir 2017) dan antioksidan (Novoa *et al.* 2011).

Antioksidan dapat meningkatkan kesehatan dan berperan dalam mencegah munculnya penyakit kronis salah satunya dengan cara mencegah kerusakan sel (Brown *et al.* 2014). Potensi antioksidan yang dimiliki rumput laut memungkinkan untuk dimanfaatkan dalam berbagai bidang, terutama di bidang industri farmaseutika, biomedika dan nutrasetika. Rumput laut sebagai sumber antioksidan sudah diteliti di antaranya rumput laut sebagai bahan

baku kosmetik (Nurjanah *et al.* 2006; Luthfiyana *et al.* 2017; Maharany *et al.* 2017; Yanuarti *et al.* 2017; Dolorosa *et al.* 2017). Rumput laut sebagai sediaan garam rumput laut bagi pasien hipertensi (Diachnty *et al.* 2017; Nufus *et al.* 2017) dan sumber nutrasetika dari ekstrak *Sargassum aquifolium* (Firdaus 2013).

Hipertensi merupakan penyakit yang paling banyak diderita pasien dengan jumlah kasus 4.420 tahun 2014, 95.087 tahun 2015 dan mengalami peningkatan pada tahun 2016 menjadi 739.820 kasus dengan kategori berisiko rendah hingga tinggi (BPJS 2014, 2015, 2016). Konsumsi garam berlebih dipandang sebagai faktor risiko tinggi bagi penderita hipertensi. Produk garam rendah natrium ($\text{NaCl} < 95\%$) yang diklaim dapat membantu menjaga tekanan darah pasien hipertensi agar tetap dalam keadaan normal. Pembuatan garam dari rumput laut merupakan salah satu cara memanfaatkan bahan alami yang memiliki aktivitas antioksidan. Informasi mengenai karakterisasi dan cara pembuatan garam rumput laut hijau sebagai sediaan garam bagi pasien hipertensi belum dilaporkan, sehingga penelitian ini dilakukan untuk menentukan waktu dan suhu terbaik dalam pembuatan garam rumput laut serta karakteristik dan aktivitas antioksidan garam rumput laut *Ulva lactuca* sebagai sediaan garam rumput laut bagi pasien hipertensi.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain rumput laut hijau *U. lactuca* yang diperoleh dari perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat, akuades, FeCl_3 (Merck), etanol PA 99,9% (Merck), asam askorbat (Merck), TPTZ (2,4,6-Tris (2-pyridyl)-s-triazine) (Sigma-Aldrich), Neocuproine (Sigma-Aldrich), serbuk Mg (Merck), amil alkohol (Merck), folin-ciocalteu (Merck), Na_2CO_3 (Merck), asam galat (Merck), asam askorbat (Merck), trolox (Merck), $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Merck), amonium asetat (Merck), CH_3COOH (Merck), CH_3COONa (Merck), K_2CrO_4 (Merck), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Merck).

Alat yang digunakan terdiri dari *water bath* (SWBR17), *vortex* (VM-300), alat

gelas (Pyrex), pH meter, mikro pipet (Gilson®), AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) (Shimadzu AA-700), *spectro UV-Vis RSS spectrophotometer* (UV-2500), oven (Mettler, Jerman), timbangan analitik tipe 210-LC (Adam, Amerika Serikat).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap. Tahap pertama meliputi pengambilan, preparasi, identifikasi dan penentuan residu logam berat (Hg, Pb dan Cu) bahan baku rumput laut hijau. Tahap kedua pemilihan waktu dan suhu yang paling optimal dalam pembuatan garam rumput laut. Tahap 3 karakterisasi garam yang dihasilkan meliputi analisis rendemen, aktivitas antioksidan dengan metode FRAP, *Cupric Reducing Antioxidant Capacity* (CUPRAC), kadar Na dan K, kadar NaCl dan residu logam berat.

Pengambilan dan preparasi bahan baku

Rumput laut *U. lactuca* diambil pada bulan September 2016. Sampel rumput laut diidentifikasi spesiesnya di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Rumput laut dibersihkan dan disortir dari pasir dan benda asing serta pencucian menggunakan air laut, ditiriskan kemudian dijemur dengan cara kering angin sampai kering (3-5 hari). Rumput laut kering dipotong-potong dan dihancurkan menggunakan *blender* hingga halus dan dilakukan pengayakan menggunakan saringan dengan ukuran 30 mesh.

Pembuatan Garam Rumput Laut

Pembuatan garam rumput laut mengacu pada Magnusson *et al.* (2016). Proses pembuatan garam rumput laut dimulai dengan penghalusan rumput laut dengan *blender* kemudian diayak. Proses pembuatan garam rumput laut dengan mencampurkan rumput laut dan akuades (1:10) dan dipanaskan menggunakan *waterbath* pada suhu (40, 55 dan 70°C) dengan waktu (10 dan 30 menit) dan dilakukan pengadukan. Hasil campuran rumput laut dan akuades yang telah dipanaskan kemudian disaring menggunakan kain mesh size 500 dan kertas saring, selanjutnya dilakukan pengeringan

menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam.

Pengukuran Rendemen

Rendemen merupakan persentase dari perbandingan bobot akhir terhadap bobot awal rumput laut sebelum mengalami perlakuan, perhitungan rendemen mengacu pada (AOAC 2005).

Uji aktivitas antioksidan dengan metode FRAP

Uji aktivitas antioksidan dengan metode FRAP berdasarkan Benzie dan Strain (1996) yang dimodifikasi. Pereaksi FRAP berupa buffer asetat 300 mM pH 3,6; 10 mM TPTZ (2,4,6-tripyridyl-striazine) dalam 40 mM HCl; dan 20 mM $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan nisbah 10:1:1. Pengukuran absorbansi menggunakan 0,025 mL sampel, 0,6 mL akuades dan 3 mL reagen FRAP. Campuran sampel dan reagen FRAP kemudian dicampur menggunakan vortex, kemudian diinkubasi menggunakan *waterbath* suhu 37°C selama 30 menit. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 593 nm. Nilai absorbansi dihitung dalam Fe^{+2} ekuivalen (Fe^{+2} mM) menggunakan kurva standar $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi (20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 μM) mengacu pada (Hamed *et al.* 2012) dan dengan kurva standar trolox (trolox/g) (25, 50, 75, 100, 125 μM) mengacu pada (Widyastuti *et al.* 2010).

Uji aktivitas antioksidan dengan metode CUPRAC

Uji aktivitas antioksidan dengan metode CUPRAC mengacu pada Apak *et al.* (2007), sampel sebanyak 0,05 g ditambahkan dengan 5 mL etanol 99,9%, divortex dan disaring (Maryam *et al.* 2016). Ekstrak sebanyak 0,4 mL dilarutkan dalam etanol ditambahkan 1 mL $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M; 1 mL neocuproin etanolik 0,0075 M; 1 mL bufer amonium asetat pH 7 1M; dan 0,7 mL akuades. Larutan didiamkan selama 30 menit dan diukur absorbansinya pada 450 nm. Campuran larutan tanpa ekstrak digunakan sebagai blanko. Kurva kalibrasi dibuat menggunakan larutan trolox dengan berbagai konsentrasi. Kapasitas antioksidan dinyatakan dalam μmol trolox/g.

Analisis kadar mineral dan residu logam berat pada garam yang dihasilkan

Analisis kadar mineral dan residu logam dan berat mengacu pada AOAC (2005), diawali dengan proses pengabuan basah. Garam sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambah 5 mL HNO_3 , dipanaskan dengan *hot plate* dengan suhu 120°C selama empat jam, kemudian ditambah 0,4 mL H_2SO_4 dan dipanaskan kembali di atas *hot plate* dan ditambahkan 2-3 tetes larutan campuran HCl dan HNO_3 dengan perbandingan 2:1. Pemanasan ke 2 dilakukan hingga terjadi perubahan warna dari cokelat ke kuning tua dan berubah menjadi kuning muda. Sampel didinginkan, ditambah 2 mL akuades dan 0,6 mL HCl. Larutan hasil pengabuan basah ditara ke dalam labu takar 100 mL menggunakan air demineral.

Analisis kadar mineral garam rumput laut terdiri atas natrium (Na), dan kalium (K) dengan panjang gelombang: Na 589,6 nm, K: 766,5 nm dan limit deteksi: Na 0,10 mg/kg, K 0,18 mg/kg. Analisis residu logam berat terdiri dari timbal (Pb), tembaga (Cu) dan merkuri (Hg) dengan panjang gelombang: Pb 283,3 nm, Cu 228,8 nm dan Hg 253,6 nm dan limit deteksi: timbal (Pb) 0,23 mg/kg, tembaga (Cu) 1,2 mg/kg dan merkuri (Hg) 0,004 mg/kg. Pengukuran menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Analisis kadar NaCl

Analisis NaCl dilakukan dengan pengabuan basah mengacu pada Day dan Underwood (1994), Garam ditimbang sebanyak 250 mg, dicuci dengan akuades sebanyak 10 mL dan dipindahkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, larutan potasium kromat (K_2CrO_4) 5% ditambahkan sebanyak 3 mL dan dititrasi dengan larutan perak nitrit (AgNO_3) 0,1 M. Titik akhir titrasi tercapai apabila timbul warna oranye atau jingga yang pertama. Kadar NaCl dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{garam (NaCl)(\%)} = \frac{(T \times M \times 58,4)}{W (\text{mg})} \times 100\%$$

Keterangan : T = Volume Larutan standar AgNO_3 0,1 M

M = Molaritas perak nitrit
W = Berat sampel

Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Data yang diperoleh diuji normalitas dan homogenitasnya sebelum dilakukan analisis ANOVA. Analisis data dilakukan dengan *Analysis of Variant* (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Perlakuan yang berpengaruh terhadap respon, selanjutnya diuji lanjut *Duncan*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Hasil identifikasi melalui pengamatan morfologi menunjukkan bahwa rumput laut yang digunakan dalam penelitian ini merupakan spesies *U. lactuca*, termasuk filum Chlorophyta dan suku *Ulvaceae*. *U. lactuca* atau yang biasa dikenal dengan nama selada laut terdapat melimpah di wilayah pesisir dan laut Indonesia. Sebaran pertumbuhan *U. lactuca* di Indonesia meliputi daerah Sulawesi, Lombok, Jawa Barat, Lampung, Sulu, Sumba, Banda dan Solor, hidup di area intertidal dan subintertidal hingga kedalaman 10 m serta dapat menutupi substrat 85%–100%, habitat *Ulva* yaitu melekat pada substrat dengan bantuan *holdfast*. *Ulva* banyak dijumpai di pantai berdasar batu karang mati terutama pada rata-rata terumbu karang (Giannotti dan McGlathery 2001; Mahmud *et al.* 2014).

Rendemen dan Mineral Garam Rumput Laut

Hasil analisis rendemen dan mineral garam rumput laut disajikan pada Tabel 1

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan interaksi antara waktu dan suhu tidak memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rendemen garam rumput laut. Rendemen garam rumput laut berkisar 24,47–27,13%. Perlakuan waktu dan suhu tidak mempengaruhi rendemen karena jumlah tepung rumput laut serta ukuran dari tepung rumput laut yang dipergunakan dalam pembuatan garam seragam sehingga garam yang dihasilkan memiliki rendemen yang

Tabel 1 Rendemen dan mineral garam rumput laut
(Table 1 Yield and mineral seaweed salt)

| Temperature (°C) | Time (minute) | Yield (%) | Na:K | NaCl(%) |
|------------------|---------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| 40 | 10 | 26.53±0.76 ^a | 2.95 ^c | 13.93±0.51 ^a |
| | 30 | 25.93±1.86 ^a | 3.36 ^b | 13.83±0.02 ^a |
| 55 | 10 | 25.27±1.97 ^a | 3.80 ^a | 12.62±0.20 ^b |
| | 30 | 24.47±1.70 ^a | 3.88 ^a | 14.15±0.02 ^a |
| 70 | 10 | 27.13±1.70 ^a | 3.43 ^b | 12.16±0.50 ^b |
| | 30 | 26.40±1.71 ^a | 3.07 ^c | 12.18±0.73 ^b |

tidak jauh berbeda.

Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa interaksi antara waktu (10 dan 30 menit) serta suhu (40, 55 dan 70°C) memberikan pengaruh nyata pada taraf 0,05 ($p < 0,05$) terhadap rasio Na:K. Rasio Na:K berkisar dari 2,95–3,88, rasio Na:K mengalami peningkatan pada garam rumput laut pada semua perlakuan dibandingkan dengan bahan baku, karena penggunaan akuades pada proses pembuatan garam dapat menurunkan kadar Na dan meningkatkan kadar K. Proses pembuatan garam menggunakan oven menyebabkan terjadinya pemekatan sehingga kandungan mineral meningkat. Pada penelitian Magnuson *et al.* (2016), proses pencucian dapat menurunkan kadar abu dari rumput laut namun meningkatkan kandungan mineral yang lain.

Natrium dan kalium merupakan mineral makro yang erat hubungannya dalam berbagai jaringan tubuh, yaitu pasangan mineral yang bekerja sama dalam memelihara keseimbangan cairan elektrolit dan asam basa sehingga dua mineral tersebut berpengaruh terhadap regulasi tekanan darah. Hedayati *et al.* (2012) menyatakan bahwa peningkatan tekanan darah sistolik dan diastolik berhubungan dengan kenaikan rasio Na:K yang dihubungkan dengan asupan natrium yang tinggi dan kalium yang rendah, sehingga dibutuhkannya rasio Na:K yang seimbang. Rasio Na:K yang dianjurkan maksimum 1:1. Rasio Na:K penting untuk mengontrol tekanan darah dan keluarnya cairan yang mengandung K secara berlebihan pada penderita hipertensi. Venughopal (2010)

menyatakan bahwa kalium dapat meningkatkan pertumbuhan sel dan membantu menjaga tekanan darah tetap normal, natrium pada kadar normal diperlukan untuk menjaga keseimbangan cairan osmotik dan asam basa.

Asupan natrium yang terdapat di dalam garam dapur secara berlebihan akan menimbulkan masalah ginjal. Ginjal yang berfungsi mengatur kebutuhan natrium tidak dapat membuang kelebihan natrium, akibatnya natrium menumpuk dalam darah. Natrium memiliki sifat menarik dan menahan air sehingga menyebabkan volume darah meningkat, jantung memompa lebih keras sehingga tekanan darah dalam pembuluh arteri meningkat yang kemudian menyebabkan hipertensi (Muaris 2009).

Natrium klorida (NaCl) merupakan salah satu pelengkap pangan dan sumber elektrolit bagi tubuh manusia. Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan interaksi antara waktu (10 dan 30 menit) serta suhu (40, 55 dan 70°C) memberikan pengaruh nyata pada taraf 0,05 ($p < 0,05$) terhadap kadar NaCl yang dihasilkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa suhu dan waktu dapat mengoptimalkan terekstraknya mineral NaCl dari rumput laut. Kadar NaCl berkisar dari 12,16–14,15%, dan tergolong rendah jika dibandingkan dengan garam konsumsi. Kadar standar NaCl minimum 94% (BSN 2016), sedangkan kadar NaCl garam diet maksimum 60% (PERMENPERIN 2014), sehingga kadar NaCl garam rumput laut pada penelitian ini sesuai dengan peraturan PERMENPERIN 2014 mengenai standar garam diet.

Persyaratan garam menurut SNI selain dari kadar NaCl juga harus memenuhi standar logam berat maksimal yang ditetapkan. Residu logam berat dari garam terbaik pada perlakuan suhu 40°C dan waktu 10 menit (Tabel 2).

Penurunan residu logam berat yang signifikan pada garam rumput laut dibandingkan dengan bahan baku, karena logam berat masih terikat kuat pada ampas. Logam berat terikat kuat pada jaringan tanaman (Budiono 2003). Logam berat tidak terlarut selama proses perebusan menggunakan suhu 40, 55 dan 70°C, sehingga hasil filtrat yang selanjutnya dijadikan garam berkurang residu logam beratnya. Residu logam berat berkurang lebih dari 95% pada proses pembuatan garam. Slade (1988) melaporkan pengurangan residu logam berat Cd dan Hg hanya akan terjadi pada sampel yang dipanaskan dengan api secara langsung dan dengan jangka waktu yang lama.

Beberapa penelitian untuk mengurangi residu logam berat pada biota akuatik antara lain penggunaan NTA (*Nitrilotriacetic acid*), EDTA (*Ethylen diamine tetra acetic acid*), DDTA (*3,6-dioxa-octamethylene dinitrilo tetra acetic acid*), DTPA (*Diethylene triamine penta acetic acid*) dan DDC (*Sodium diethyl dithiocarbamate*), penggunaan larutan kitosan dan karboksimetil kitosan, penggunaan larutan asam cuka 5% (Verma *et al.* 1981; Murtini *et al.* 2004; Murtini *et al.* 2008; Nurjanah *et al.* 1999).

Aktivitas Antioksidan Garam Rumput Laut

Hasil pengujian aktivitas antioksidan garam rumput laut disajikan pada Tabel 3.

Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan interaksi antara waktu (10 dan 30 menit) serta suhu (40, 55 dan 70°C) memberikan pengaruh nyata pada taraf 0,05 ($p < 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan garam rumput laut metode FRAP dan CUPRAC

Tabel 2 Residu logam berat rumput laut dan garam rumput laut
(Table 2 Residues heavy metals of seaweed and seaweed salt)

| Parameter | <i>U. lactuca</i> (mg/kg) (Nufus <i>et al.</i> 2018) | Seaweed salt (mg/kg) | Standard(mg/kg) |
|---------------------|---|-------------------------|-----------------|
| Timbal/Lead (Pb) | 13.570 | <0.040 | max. 10** |
| Merkuri/Mercury(Hg) | 0.260 | <0.002 | max. 0.1** |
| Cuprum/Copper (Cu) | 8.320 | 1.949 | max. 10* |

Keterangan : * BSN 2000; ** BSN 2010

Information : * BSN 2000; ** BSN 2010

Tabel 3 Aktivitas Antioksidan Garam Rumput laut
(Table 3 Antioxidant activity of seaweed salt)

| Temperature (°C) | Time (minute) | FRAP | FRAP | CUPRAC |
|------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | | (μmol troloks/g) | $\mu\text{mol Fe}^2/\text{g}$ | (μmol troloks/g) |
| 40 | 10 | 122.50 \pm 1.67 ^d | 92.50 \pm 0.35 ^d | 22.86 \pm 0.071 ^c |
| | 30 | 130.69 \pm 0.35 ^a | 118.88 \pm 0.18 ^c | 23.54 \pm 1.231 ^{bc} |
| 55 | 10 | 129.36 \pm 0.07 ^b | 120.00 \pm 0.35 ^b | 26.09 \pm 0.148 ^a |
| | 30 | 127.50 \pm 0.19 ^c | 125.13 \pm 0.53 ^a | 20.12 \pm 0.229 ^d |
| 70 | 10 | 128.05 \pm 0.11 ^c | 125.50 \pm 0.71 ^a | 25.36 \pm 0.142 ^a |
| | 30 | 127.95 \pm 0.34 ^c | 124.88 \pm 0.88 ^a | 23.86 \pm 0.123 ^b |

yang dihasilkan. Perlakuan 10 menit 70°C cenderung menunjukkan aktivitas antioksidan terbaik. Chew *et al.* (2011) menyatakan bahwa aktivitas antioksidan suatu bahan alami berhubungan erat dengan senyawa bioaktif yang dikandungnya, sehingga pemilihan metode ekstraksi yang digunakan sangat mempengaruhi nilai aktivitas antioksidan yang dihasilkan.

Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode FRAP menunjukkan garam rumput laut memiliki kemampuan mereduksi ion ferri (Fe^{3+} menjadi Fe^{2+}), hal tersebut dapat menggambarkan bahwa garam rumput laut memiliki aktivitas antioksidan. Bahan dapat dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat apabila memiliki nilai kapasitas antioksidan lebih dari 500 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$, kuat apabila nilainya 100–500 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$, medium dengan nilai 10–100 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ dan lemah apabila memiliki nilai $<10 \mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ (Wong 2006), maka kemampuan garam rumput laut sebagai antioksidan dapat digolongkan kuat.

Aktivitas antioksidan dengan metode CUPRAC menunjukkan kemampuan garam rumput laut dalam mereduksi logam Cu, hasil yang ditunjukkan sebanding dengan jumlah total tembaga yang direduksi oleh garam rumput laut melalui tranfer elektron. Antioksidan akan mengalami oksidasi sedangkan tembaga akan direduksi. Aktivitas antioksidan metode CUPRAC dilihat dari kemampuannya dalam mereduksi kelat Cu^{2+} yang berwarna biru toska menjadi Cu^{+} yang berwarna kuning yaitu dengan cara menyumbangkan elektron yang dimiliki oleh antioksidan (Apak *et al.* 2007).

KESIMPULAN

Garam rumput laut perlakuan suhu 40°C selama 10 menit menghasilkan rasio Na:K yang rendah serta kadar NaCl $<60\%$ sesuai dengan kriteria garam untuk pasien hipertensi. Garam rumput laut juga memiliki aktivitas antioksidan kuat sehingga berpotensi sebagai sumber antioksidan.

DAFTAR PUSTAKA

[AOAC] Association of Analytical Chemist Publisher. 2005. Official methods of analysis of the association of official

analytical chemist. Arlington Virginia USA: The Association of Official Analytical Chemist, Inc. Mayland. USA.

Apak R, Kubilay G, Birsen D, Mustafa O, Saliha EC, Burcu, Berker IK, Dilek O. 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assay applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*. 12:1496-1547.

Basir A, Tarman K, Desniar. 2017. Aktivitas antibakteri dan antioksidan alga hijau *Halimeda gracilis* dari Kabupaten Kepulauan Seribu. *Jurnal Penolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 211-218.

Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measurement of antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. 239: 70-76.

[BPJS] Badan Penyelenggara Jaminan Sosial. *Jumlah peserta pengguna BPJS kesehatan tahun 2014, 2015, 2016*. Available from URL : HIPERLINK <http://bpjs-kesehatan.go.id> di akses 4 Januari 2017 pukul 15: 24.

Brown ES, Allsopp PJ, Magee CI, Gill S, Nitecki CR, Strain EM. 2014. Seaweed and human health. *British Journal of Nutrition*. 72: 205–216.

Budiono A. 2003. Pengaruh pencemaran air terhadap biota air. [Disertasi]. Bogor. (ID): Institut Pertanian Bogor.

Chew KK, Ng SY, Thoo YY, Khoo MZ, Wan Aida WM, Ho CW. 2011. Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Centella asiatica* extracts. *International Food Research Journal*. 18: 566-573.

Day RA, Underwood AL. 1989. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Alih Bahasa. Pustaka AH. Jakarta (ID): Erlangga.

Devi GK, Manivannan K, Thirumaran G, Anantharaman P, Balasubramanian T. 2009. Antibacterial properties of selected green seaweeds from Vedralai coastal waters Gulf of Mannar: marine biosphere reserve. *Global Journal of Pharmacology*. 3(2):107-112.

Diachanty S, Nurjanah, Abdullah A. 2017. Aktivitas antioksidan berbagai jenis

- rumput laut coklat dari perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 305-318.
- Dolorosa TM, Nurjanah, Purwaningsih S, Effionora A, Taufik H. 2017. Kandungan senyawa bioaktif bubuk rumput laut *Sargassum plagyophyllum* dan *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku krim pencerah kulit. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 633-644.
- Firdaus M. 2013. Indeks aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut coklat *Sargassum aquifolium*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(1): 42-47.
- Giannotti AL, McGlathery KJ. 2001. Consumption of *Ulva lactuca* chlorophyta by the omnivorous mud snail *Ilyanassa obsoleta* (Say). *Journal of Aging and Physical Activity*. 37: 209-215.
- Hedayati SS, Minhajuddin AT, Ijaz A, Moe OW, Elsayed EF, Reilly RF, Huang CL. 2012. Association of urinary sodium/potassium ratio with blood pressure: sex and racial differences. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 7(2): 315-322.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2017. <https://news.kkp.go.id/index.php/kkp-sasar-rumput-laut-sebagai-komoditas-unggulan-budidaya/>. [4 April 2018].
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2014. Statistik Budidaya. <http://www.kkp.go.id/>. [3Maret 2018].
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2017. Komoditas Rumput Laut Kian Strategis. <http://www.kkp.go.id/>. [3Maret 2018].
- Luthfiana N, Nurjanah, Nurilmala M, Anwar E, Hidayat T. 2017. Karakterisasi sediaan krim tabir surya dari bubuk rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum* sp. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 183-195.
- Mahmud I, Reza P, Nofa RA, Desi NR, 2014. Pemanfaatan potensi ganggang hijau (*Ulva lactuca*) sebagai antioksidan alami pada pencegahan infark miokard akut. [internet]. Diakses tanggal: 22 April 2017. Tersedia pada: <http://www.artikel.dikti.go.id>.
- Nagappan T, Vairappan C. 2014. Nutritional and bioactive properties of three edible species of green algae, genus *Caulerpa* (Caulerpaceae). *Jurnal of Applied Phycology*. 26:1019-1027.
- Nguyen VT, Ueng JP, Tsai GJ. 2011. Proximate composition total phenolic content and antioxidant activity of seagrass (*Caulerpa lentillifera*). *Jurnal of Food Science*. 76:C950-C958.
- Novoa AV, Andrade-Wartha ER, Linares AF, Genovese MI, González AEB, Vuorela P, Costa A, Mancini-Filho J. 2011. Antioxidant activity and possible bioactive components in hydrophilic and lipophilic fractions from the seaweed *Halimeda incrassata*. *Revista Brasileira Farmacognosia*. 21(1):53-57.
- Nufus C, Nurjanah, Abdullah A. 2017. Karakteristik rumput laut hijau dari perairan kepulauan seribu dan sekotong Nusa Tenggara Barat sebagai antioksidan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 620-630.
- Nurjanah, Hartanti, Nitibaskara RR. 1999. Analisa kandungan logam berat Hg, Cd, Pb, As dan Cu dalam tubuh kerang konsumsi. *Buletin Teknologi Hasil Perairan*. 17(1): 19-23.
- Nurjanah, Nurilmala M, Hidayat T, Sudirjo F. 2015. Characteristics of Seaweed as Raw Materials for Cosmetics. *Aquatic Procedia*. 7:177 - 180.
- Magnusson M, Carl C, Mata L, Nys R, Paul NA. 2016. Seaweed salt from *Ulva*: a novel first step in a cascading biorefinery model. *Biologi direct*. 16(2016): 308-316.
- Maharany P, Nurjanah, Ruddy S, Effionora A, Taufik H. 2017. Kandungan senyawa bioaktif rumput laut *Padina australis* dan *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 10-17.
- Morris C, Bala S, South GR, Lako J, Lober M, Simos T. 2014. Supply chain and marketing of seagrasses, *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Chlorophyta: Caulerpaceae) in Fiji, Samoa and Tonga. *Jurnal of Applied Phycology*. 26: 783-789.
- Murtini JT, Januar HI, dan Sugiyono. 2004.

- Upayapengurangan cemaran logam berat pada dagingkerang hijau (*Perna viridis*) dengan larutan kitosan. *Jurnal Penelitian PerikananIndonesia*: 10(3): 7–10.
- Murtini JT, Kurniawan AD, Dewi EK. 2008. Pengaruh waktu perendaman dan konsentrasikarboksimetil kitosan untuk menurunkan kandunganlogam berat Hg, Cd, dan Pb pada kerang hijau (*Pernaviridis*Linn.). *Jurnal Pascapanen dan BioteknologiKelautan dan Perikanan*. 3(1): 37–44.
- Osman MEH, Aboshady AM, Elshobary ME. 2013. Production and characterization of antimicrobial active substance from some macroalgae collected from Abu-Qir Bay Alexandria Egypt. *Jurnal African Biotechnology*. 12(49): 6847-6858.
- Paul NA, Neveux N, Magnusson M, de Nys R. 2013. Comparative productionand nutritional value of sea grapes the tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera*and *Caulerpa racemosa*. *Jurnal of Applied Phycology*. 18: 1–12.
- Perez MJ, Falqué E, Domínguez H. 2016. Antimicrobial action of compounds from marine seaweed-a review. *Marine Drugs*. 14 (52): 1-38.
- [PERMENPERIN] Peraturan Menteri Perindustrian. 2014. Perubahan atas peraturan menteri perindustrian No 134/M-IND/PER/10/2009tentang peta panduan (*Road Map*) pengembangan klaster industry garam.
- Racmawati R, Ma'ruf FW, Anggo DA. 2013. Pengaruh lama perebusan kerang darah *Anadara granosa* dengan arang aktif terhadap pengurangan kadar logam kadmium dan kadar logam timbal. *Jurnal Penolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 2: 41-50.
- Rahayu LH, Purnavita S. 2007. Optimasi pembuatan kitosan dari kitin limbah cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk adsorben ion logam merkuri. *Reaktor*. 11(1): 45-49.
- Slade GP. 1988. The effect of temperature on the release of havy metals from AgCdO and AgSnO₂ contacts. *Institute ofElectrical and Electronics Engineers Digital Library*. 17-30.
- Triani IGAL, Gunam IBW, Arnata IW. 2012. Identifikasi dan Pengurangan Kandungan Pb dan Cd pada kangkung. Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia. *Research Gate*. 1: 203-212.
- Venughopal JP. 2010. Omega-3 polyunsaturated acids and cardiovascular disease: notable ethnic differences or unfulfilled promise. *Jurnal Thrombosis Haemostasis*. 8:1095-2104.
- Verma SR, Jain M, Dalela RC. 1981. In vivo removal of a few heavy metals in certain tissues of the fish *Notopterus notopterus*. *Environmental Research*. 26: 328–334.
- Wong CC, Li HB, Cheng KW, Chen F. (2006). Asystematic survey of antioxidant activity of 30 Chinesemedicinal plants using the ferric reducing antioxidantpower assay. *Food chemistry*. 97: 705–711.
- Yanuarti R, Nurjanah N, Anwar E, Hidayat T. 2017. Profil fenolik dan aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut *Turbinaria conoides* dan *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 230-237.